TECHNISCHE MITTEILUNGEN



Die moderne drahtlose Telegraphie

Demonstrations-Vortrag

von

Dr. Gustav Eichhorn
Schweizerischem Repräsentanten
der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie „Telefunken", Berlin.

Mit 11 Abbildungen.



Zürich
Druck und Verlag: Art. Institut Orell Füssli.

Jedes Heft ist einzeln käuflich.

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

EISENBAHNWESEN ▣ BAU- UND INGENIEUR-
ELEKTROTECHNIK WISSENSCHAFTEN

Heft 1. **Königsfelden. Heil- und Pflege-Anstalt des Kantons Aargau.** (Eine bautechnische Skizze.) (19 S.) 8⁰. Mit 1 Situationsplan, 3 Grundr. und 6 Holzschn. 1. —

„ 2. **Elektrische Signalscheiben für Eisenbahnen.** Beschreibung nebst Instruktion für Aufstellung und Behandlung derselben, von Dr. *M. Hipp.* (50 S.) 8⁰. Mit 37 Illustrationen und 1 Tafel. 1. 50.

„ 3. **Die Alpenlokomotive der Zukunft.** (Fairlies System mit symmetrisch artikulierten Motorgestellen.) Resultate aus dem Betriebe mit Duplex-Maschinen, nach „Practical Evidence of the Working of the Fairlie Engine" zusammengestellt von *A. Brunner*, Ingenieur. Einzige autorisierte deutsche Ausgabe. (25 S.) 8⁰. Mit 1 Holzschnitt. 1. —

„ 4. **Die Elektro-dynamische Maschine** und der **Minenzünd-Apparat** des Ingenieur Emil Bürgin von Basel. Beschrieben von *C. Hirzel-Gysi,* Maschinen-Ingenieur. (16 S.) 8⁰. Mit 5 Tafeln. 1. —

„ 5. **Der Zoologische Garten in Basel und dessen Tierwohnungen** von *G. Kelterhorn*, Architekt in Basel. (8 S.) 8⁰. Mit 1 Sit.-Plan und 7 Tafeln. 1. —

„ 6. **Das Wasserglas**, seine Natur und seine Bedeutung für die Industrie und Technik. Von Dr. *Hermann Zwick,* kgl. Gewerbeschullehrer in Koblenz. (46 S.) 8⁰. 2.—

„ 7. **Mein Gutachten über A. Thommens „Gotthardbahn".** Bemerkungen zur Reform dieses Unternehmens. Von *W. Hellwag*, Oberingenieur der Gotthardbahn. (36 S.) 8⁰. Mit 2 Tafeln. 1. 50

„ 8. **Die Entbindungsanstalt in Bern.** Von *F. Salvisberg*, Kantonsbaumeister. (20 S.) 8⁰. Mit 4 Tafeln. 1. —

„ 9. **Die Bergbahn-Systeme vom Standpunkte der theoret. Maschinenlehre.** Von *Albert Fliegner*, Prof. der techn. Mechanik und theoret. Maschinenlehre am eidg. Polytechnikum in Zürich. (140 S.) 8⁰. Mit 13 Figuren. 3.—

„ 10. **Die elektrischen Uhren.** Mit besonderer Rücksicht auf die von Hipp konstruierten Regulatoren und Zeigerwerke. Von Dr. *H. Schneebeli*, Prof. der Akademie Neuchâtel. (IV, 48 S.) 8⁰. Mit 25 Fig. im Text und 2 Tafeln. 3.—

„ 11. **Bericht über Strassenbahnen, Tramways und deren Einführung in Zürich.** Im Auftrage der Gemeindekommission der Stadt Zürich und der Ausgemeinden erstattet durch *A. Bürkli-Ziegler*, städtischer Ingenieur, und *P. E. Huber*, Direktor des Gewerbemuseums. (VIII, 150 S.) 8⁰. Mit 12 Fig. und 2 Tafeln. 4.—

„ 12. **Die Bausteine der Schweiz**, deren Gewicht, Festigkeit, Vorkommen und Preise. Im Auftrage des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins zusammengestellt von *Hans v. Muralt,* Ingenieur. (IV, 57 S.) 8⁰. 1. 50

„ 13. **Statistik der Lokomotiven, Dampfkessel und Dampfmaschinen** der Schweiz 1877. Von *Roman Abt.* (54 S.) 8⁰. Mit 4 Tab. u. 1 Tafel. 2.—

„ 14. **Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugskanälen.** Mit besonderer Berücksichtigung der Überschwemmungen in der Umgegend von Zürich im Juni 1878 und der Verbauung des Wolfbaches in Zürich. Von *A. Bürkli-Ziegler*, städt. Ingenieur. (68 S.) 8⁰. Mit 3 Tafeln. 2. 50

„ 15. **Der einspurige Zwillingstunnel**, seine Bedeutung im Eisenbahnbau und seine Ausführung. Von den Ingenieuren *H. Grandjean* und *R. Williams.* (24 S.) 8⁰. Mit 9 Tafeln. 2.—

„ 16. **Die Seilbahn am Giessbach** im Berner Oberland. Von *Roman Abt*, Ingenieur. (73 S.) 8⁰. Mit 4 Tafeln. (Vergriffen!) 2. —

„ 17. **Der Durchschlag des St. Gotthard-Tunnels und seine Vollendung.** Eine vergleichende Studie über die bedeutenderen Tunnelbauten der Gegenwart von *M. Könyves-Tóth,* Ingenieur. (VIII, 210 S.) 8⁰. Mit 3 Tafeln. Fr. 6. — M. 5. 50

„ 18. **Warmluftheizung mit kontinuierlicher Feuerung.** Von *G. Lasius*, Professor am eidg. Polytechnikum in Zürich. (26 S.) 8⁰. Mit 3 Figuren und 1 Tafel. 1. —

„ 19. **Der Asphalt und seine Verwendung** in der Bautechnik. Von *J. T. Zetter*, Ingenieur in Solothurn. (28 S.) 8⁰. 1. —

TECHNISCHE MITTEILUNGEN HEFT 24.

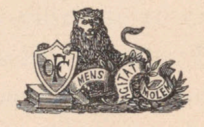
Die moderne drahtlose Telegraphie.

Demonstrationsvortrag

von

Dr. phil. G. Eichhorn
Schweizerischem Repräsentanten
der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie „Telefunken", Berlin.

Mit 11 Abbildungen.



ZÜRICH
Druck und Verlag: Art. Institut Orell Füssli.

Meine Damen und Herren! Ich habe die Ehre, heute vor Ihnen über einen Gegenstand zu sprechen, der durch seine glänzende und rapide Entwicklung anhaltend das öffentliche Interesse wachhält, nämlich über die moderne drahtlose Telegraphie vermittelst elektrischer Wellen.

Die langjährigen, praktischen Erfahrungen, welche ich als Leiter der grossen Ostseeversuchsstationen für Professor Braun-Siemens und Halske erwarb, haben mich besonders intim mit dem neuen Verkehrsmittel, ja wir dürfen wohl sagen — Kulturmittel — vertraut werden lassen, so dass ich Ihnen aus eigener Anschauung berichten kann.

Gestatten Sie mir, Ihnen zunächst kurz den historischen Entwicklungsgang zu skizzieren. Die meisten von Ihnen werden heute wissen, dass wir in der drahtlosen Telegraphie mit Hertzschen Wellen operieren, d. h. dass die Arbeiten eines der grössten Physiker aller Zeiten, nämlich die klassischen Untersuchungen von Professor Heinrich Hertz über die Ausbreitung der elektrischen Kraft das Fundament bilden, auf dem in praxi aufgebaut worden ist. Hertz verifizierte so experimentell eine geniale Theorie der grossen englischen Forscher Faraday und Maxwell, die sogenannte elektromagnetische Lichttheorie, welche in so einheitlicher Weise alle Strahlungserscheinungen umfasst. Dieselbe sagt kurz folgendes aus: Strahlen des Lichts, strahlende Wärme, Strahlen elektrischer Kraft müssen qualitativ durchaus gleichartige Phänomene sein, sämtlich beruhend auf elektro-

magnetischen Oszillationen in dem alles durchdringenden Weltäther, in dem sie sich mit der gleichen, enormen, aber endlichen Geschwindigkeit von 300 000 km. in der Sekunde ausbreiten. Der Unterschied der differenten Erscheinungsformen liegt nur in der Verschiedenheit der Wellenlängen begründet. Für die sehr schnellen Lichtschwingungen mit entsprechend kleinen Wellenlängen von nur einigen zehntausendstel Millimeter haben wir in unserem Körper ein Organ zur direkten Wahrnehmung, nämlich das Auge. Für den Nachweis der grossen elektrischen Wellen bis zu Hunderten und Tausenden von Metern Länge, wie solche in der drahtlosen Telegraphie verwendet werden, sind wir auf indirekte Methoden, nämlich auf die Benutzung von Instrumenten angewiesen.

Hertz erbrachte Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts den der Theorie damals noch fehlenden Beweis, indem er auch mit elektrischen Wellen von einigen Metern Länge die sämtlichen in der Optik wohlbekannten Experimente der Reflexion, Brechung, Beugung und Polarisation ausführte, sowie die enorme Fortpflanzungsgeschwindigkeit direkt mass. — Die Methode von Hertz basierte aber auf der Verwendung so delikater Hülfsmittel, dass die neue Entdeckung zunächst von selbst in den Grenzen des physikalischen Laboratoriums festgehalten wurde. — Hertz selbst hat, wie aus Äusserungen von ihm hervorgeht, nicht im entferntesten daran gedacht, dass dieses neue Geisteskind sich jemals auf die dornenvollen Pfade der rauhen Aussenwelt hinauswagen dürfte. Es fehlte hauptsächlich ein praktisch einfacher Indikator für elektrische Wellen, der auch von Laien leicht zu handhaben gewesen. Diesem Übelstande wurde im Jahre 1890 abgeholfen durch eine Entdeckung des Franzosen Branly. Branly fand, dass fein zerteiltes Metall, also mehr oder weniger grobes Metallpulver, in einen schwachen elektrischen Strom eingeschaltet, dem Fliessen desselben einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt. Wird nun aber das Metallpulver elektrisch bestrahlt, so sinkt der Widerstand

sofort auf einen relativ kleinen Wert; der Strom kann fliessen, und wir haben so ein Reagens, einen Indikator für das Vorhandensein elektrischer Wellen im Raume. Aus dieser Entdeckung ist die Seele der drahtlosen Telegraphie hervorgegangen, nämlich der Kohärer, auf den ich später noch näher zu sprechen kommen werde.

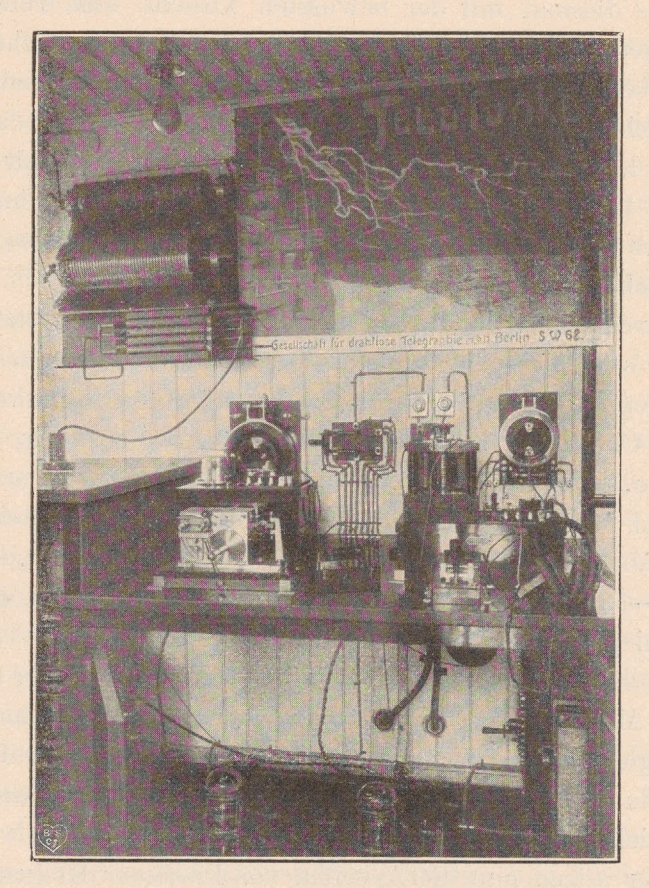


Fig. 1

Erst fünf Jahre später, 1895, gibt Professor Popoff von der Militärakademie in Kronstadt eine Vorrichtung bekannt, mit welcher er luftelektrische Entladungen automatisch registrierte und zwar eben vermittels eines Kohärers, der mit dem einen

Pol an einen Blitzableiter, mit dem andern Pol an Erde gelegt war. Zum Aufschreiben der luftelektrischen Impulse war der Kohärer mit einem Relais Morse-Schreiber und Klopfer elektrisch geschaltet. Im Prinzip, die gleichen Anordnungen als Empfänger und einen Herztschen Oszillator als Sender, verwendete dann endlich im Jahre 1896 Marconi, und zwar geschah es diesmal mit der bewussten Absicht, eine Telegraphie ohne metallische Leiter auszubilden. Man kann nicht genug die zielbewusste unermüdliche Ausdauer und experimentale Geschicklichkeit Marconis bewundern, aber Sie ersehen aus dem historischen Entwicklungsgang, dass es absolut verfehlt ist, ihn als den Erfinder der drahtlosen Telegraphie zu bezeichnen. Auf die Ehre dieses Titels hätte einzig und allein Professor Hertz Anspruch.

Marconi, der nur das Bekannte praktisch ausgestaltet hat, begann seine Versuche zunächst auf dem Landgute seines Vaters bei Bologna. Später tatkräftig unterstützt von dem verdienstvollen Chef des englischen Telegraphenwesens, Sir William Preece, konnte er seine Arbeiten in immer grösserem Stile in England fortführen, so dass Marconi schliesslich tatsächlich als erster über viele Kilometer drahtlos telegraphiert hat. — Allein bei 25—30 Km. schien die Grenze gesteckt zu sein, über die Marconi mit seinen Anordnungen nicht hinauskam.

Auch in Deutschland brachte Professor Slaby, der den Versuchen Marconis in England beigewohnt hatte, in Gemeinschaft mit Ingenieur Graf Arco die Sache nicht zu weiterer Entwicklung, da in ihren sonst sehr wertvollen Pionierdiensten keine prinzipiell neuen Momente zur Anwendung kamen.

Hier setzen nun die Arbeiten von Professor Braun (Strassburg) ein und seinem klaren, streng wissenschaftlichen Vorgehen sind allein die enormen Fortschritte der jüngsten Zeit zu danken. Auf der von Professor Braun durch Einführung seiner sogenannten gekoppelten Systeme neugeschaffenen Basis wird heute in der ganzen Welt, auch von Marconi, die moderne drahtlose

Telegraphie ausgeübt. — Das ist in grossen Zügen eine Übersicht des interessanten Gebietes. Ich wende mich nunmehr zu Einzelheiten.

Die erste Frage ist die: Wie erzeugen wir überhaupt schnelle elektromagnetische Schwingungen, wie sie für die drahtlose Telegraphie erforderlich sind, und auf welchem Mechanismus beruhen solche?

Um Ihnen die Sache anschaulich zu machen, werde ich einen kleinen Umweg einschlagen, indem ich Sie zunächst an alltägliche Ihnen wohlbekannte Erscheinungen auf anderen Gebieten erinnere.

Wenn ich ein Pendel aus der Ruhelage hebe und dann loslasse, so schwingt es hin und her und zwar für alle Ewigkeit, wenn nicht Reibungen an der Luft und an der Aufhängestelle zu überwinden wären, welche die Energie allmählich verzehren. Die meisten von Ihnen werden sich wohl schon Rechenschaft gegeben haben von der unaufhörlich stattfindenden Verwandlung der Energieform. Geht die Pendellinse durch den tiefsten Punkt, so haben wir maximale Bewegung, d. h. die Energie nur in kinetischer Form. Über diesen Punkt hinaus nimmt die Geschwindigkeit allmählich ab, bis sie in der höchsten Lage der Pendellinse Null geworden ist. Die Energie an sich ist natürlich unverändert; aber sie hat eine andere Form angenommen, nämlich die Energie der erhöhten Lage oder wie wir sagen, die potentielle Energieform.

Dieses gleiche Phänomen beobachten Sie auch an den Ihnen wohlbekannten Schallschwingungen. Sie alle wissen, dass die Schallwellen in der Luft ihren Sitz haben, und aus einer regelmässigen Aufeinanderfolge von Verdichtungs- und Verdünnungsstössen derselben bestehen. Die Luftteilchen pendeln dabei hin und her, und Sie erkennen, wie an jeder Stelle eine periodisch wechselnde Bewegung (kinetische Energieform) verbunden mit einem periodisch wechselnden Druck (potentielle Energieform) herrscht. Bei den Schallwellen ist die Bewegungsrichtung der

Teilchen und die Fortpflanzungsrichtung der Energie die gleiche. Solche Schwingungen nennen wir longitudinale Schwingungen.

Bei den elektrischen Wellen haben wir es aber nicht mit solchen, sondern mit Transversal-Schwingungen zu tun, für welche zwar auch prinzipiell gleiche Gesetze gelten, die aber wiederum ihre Eigentümlichkeiten haben.

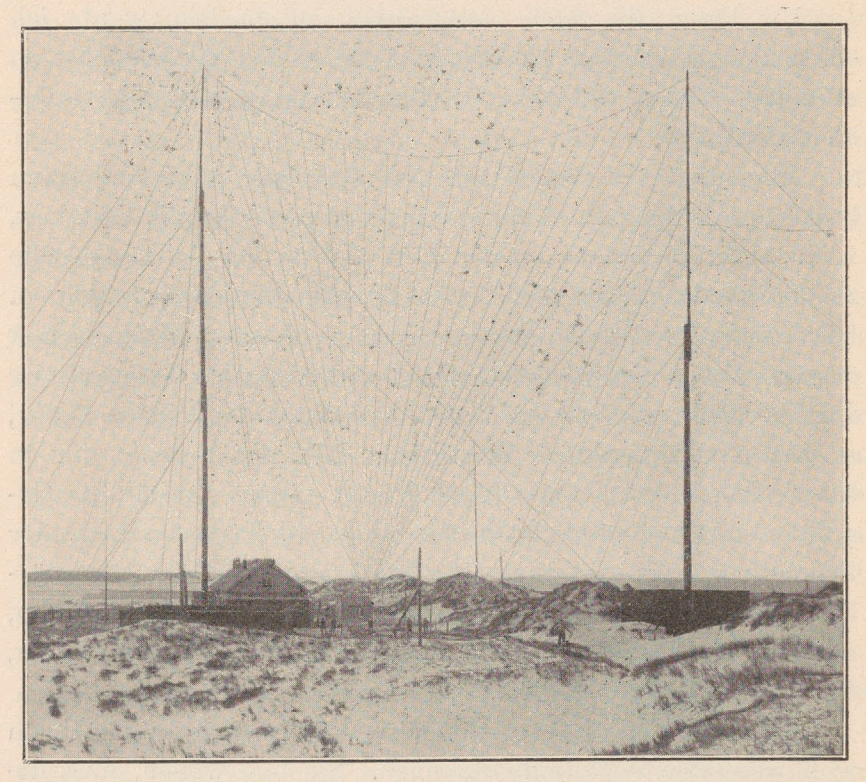


Fig. 2

Transversalschwingungen sind nur möglich in einem Medium, in dem alle Teilchen mit elastischen Kräften aufeinander wirken. Wird ein Teilchen aus seiner Ruhelage verschoben und dann losgelassen, so vollführt es Schwingungen um seine Gleichgewichtslage, und sukzessive werden nun auch alle folgenden Teilchen zu gleichen Schwingungen angeregt. So pflanzt sich

also hier die Energie in der Richtung der Verbindungslinie der Teilchen fort, während diese selbst senkrecht dazu Schwingungen um die Ruhelage vollführen. In der Zeit (T), in welcher ein Teilchen eine vollständige Schwingung vollführt, hat sich die Bewegung um eine ganz bestimmte Strecke fortgepflanzt; diese Strecke nennen wir eine Wellenlänge (λ). In der Zeiteinheit würde sich also die Bewegung fortgepflanzt haben um eine Strecke, gleich dem Quotienten aus Wellenlänge und Schwingungszeit. Dieser Quotient ist aber gleich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit (V), welche wir ja als den Weg in der Zeiteinheit definieren. Aus dieser Relation ergibt sich, dass die Wellenlänge gleich ist dem Produkt aus Schwingungsdauer und Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Sind uns also die beiden letzteren Grössen bekannt, so lässt sich die Wellenlänge berechnen, und das ist auch für die drahtlose Telegraphie von grundlegender Bedeutung. $\left(\frac{\lambda}{T} = V;\ \lambda = T.\ V.\right)$

Ich kann mich jetzt kurz fassen. Haben wir es wirklich auch im Weltäther, in dem sich ja die elektromagnetischen Phänomene abspielen sollen, mit wellenartigen Vorgängen zu tun, so kann dies wieder nichts anderes sein, als ein periodisch wechselnder Druck, beziehungsweise eine Spannung, verbunden mit einer periodisch wechselnden Bewegung. So ist es in der Tat, und wir nennen den Zustand der Spannung, die eine bestimmte Grösse und Richtung hat, und deshalb durch die sogenannten elektrischen Spannungskurven dargestellt werden kann, den elektrischen Zustand, während wir den Zustand der Bewegung als den magnetischen Zustand bezeichnen.

Hinsichtlich des magnetischen Zustandes, auf den es wesentlich in der drahtlosen Telegraphie ankommt, erinnere ich Sie an einen bekannten Versuch (Fig 3). Ein langer, stromführender Draht ist durch eine Papierfläche hindurchgesteckt, auf welche man Eisenfeilspäne geschüttet hat. Durch Klopfen hilft man nach, dass die Reibung überwunden werden kann, und nun sieht man die eigentümliche Erscheinung, dass sich die Feil-

späne in konzentrischen Ringen um den stromführenden Leiter gruppieren. Diese Ringe bilden die sogenannten magnetischen Kraftlinien.

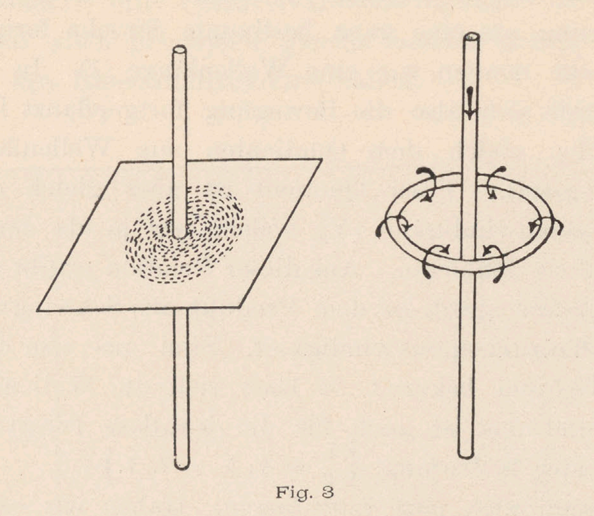


Fig. 3

Man scheint es da mit einer Art Rotation oder Torsion diskreter Ätherteilchen zu tun zu haben, und die magnetische Kraftlinie entpuppt sich als nichts anderes als die Axe, um welche diese Rotationen stattfinden. Unser geistiges Auge schaut bei einem solchen Magnetfeld gleichsam in das Getriebe eines ungeheuren Räderwerkes, das im Äther seinen Sitz hat. Wird durch Hemmungen oder Beschleunigungen die Rotation eine ungleichmässige, so muss sich dies durch Spannungen kundgeben. Analog nun wie bei den Schallwellen aus den Beziehungen von Druck respektive Spannung und Bewegung, so kann man hier aus den Beziehungen des elektrischen und magnetischen Zustandes die Gesetze eines periodisch wechselnden Ätherzustandes herleiten. Diese beiden zusammengehörigen Phänomene erzeugen das, was wir eine elektromagnetische Schwingung, eine elektromagnetische Welle nennen. Rein rechnerisch kann man so ermitteln, was ich schon als von Hertz experimentell gefunden erwähnt hatte, dass sich nämlich ein solches elektromagnetisches

Wechselfeld mit Lichtgeschwindigkeit, d. h. mit 300 000 km. per Sekunde ausbreitet.

Wie man nun elektrische Schwingungen erzeugte, das war in der Physik längst vor Hertz bekannt. Helmholtz sprach sich bereits im Jahre 1847 bestimmt dahin aus, dass wir es bei der Entladung einer Leydener Flasche durch einen kurzen Schliessungsbügel mit einem Hin- und Herwallen der Elektrizität zwischen dem innern und äussern Belag der Flasche zu tun haben müssten. Ich zeige Ihnen hier zunächst die Entladung einer solchen Leydener Flasche, welche ja wohl allgemein bekannt ist. Der glänzende Funke, welchen Sie dabei auftreten sehen, ist also nach der eben entwickelten Anschauung nicht der einmalige Ausgleich der positiven und negativen Elektrizität der beiden Flaschenbelage, sondern er bildet vielmehr einen Teil der Strombahn, auf der die Elektrizität hin und her pendelt.

Achten Sie einmal hier auf die Flüssigkeit in der U-förmigen Röhre, welche ich nun vor Ihnen aufstelle. Hebe ich die Flüssigkeit auf der einen Seite, und erzeuge so einen gewissen Druck oder Spannungszustand (entsprechend dem Spannungszustand der geladenen Leydener Flasche vor der Entladung), und lasse ich jetzt die Flüssigkeitssäule fallen (entsprechend dem Moment des Einsetzens des elektrischen Entladungsfunkens), so sehen Sie, dass dieselbe nicht gerade bis zur Ruhelage zurücksinkt, sondern über dieselbe hinausschiesst, hin und her pendelt, bis erst allmählich die Gleichgewichtslage wieder erreicht wird und zwar wie beim Pendel infolge Energieverlusten. Ganz analog pendelte also auch die Elektrizität in dem Leydener Flaschenkreis auf und nieder.

Vollständig aufgeklärt wurde aber der elektrische Sachverhalt erst rein theoretisch und zwar durch Sir William Thomson in England und Professor Gustav Kirchoff in Deutschland.

Es ergab sich da, dass vor allem eine ganz bestimmte Bedingung erfüllt werden muss, wenn überhaupt Oszillationen

möglich sein sollen. Es muss nämlich der Widerstand der Entladungsbahn sehr niedrig gehalten sein, jedenfalls darf er eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, die gegeben ist durch eine sehr einfache Beziehung, welche ich Ihnen nennen will. Es muss der Widerstand kleiner sein als das doppelte geometrische Mittel aus dem Quotienten von 2 Grössen, die wir mit L (Zähler des Quotienten) und C (Nenner) bezeichnen

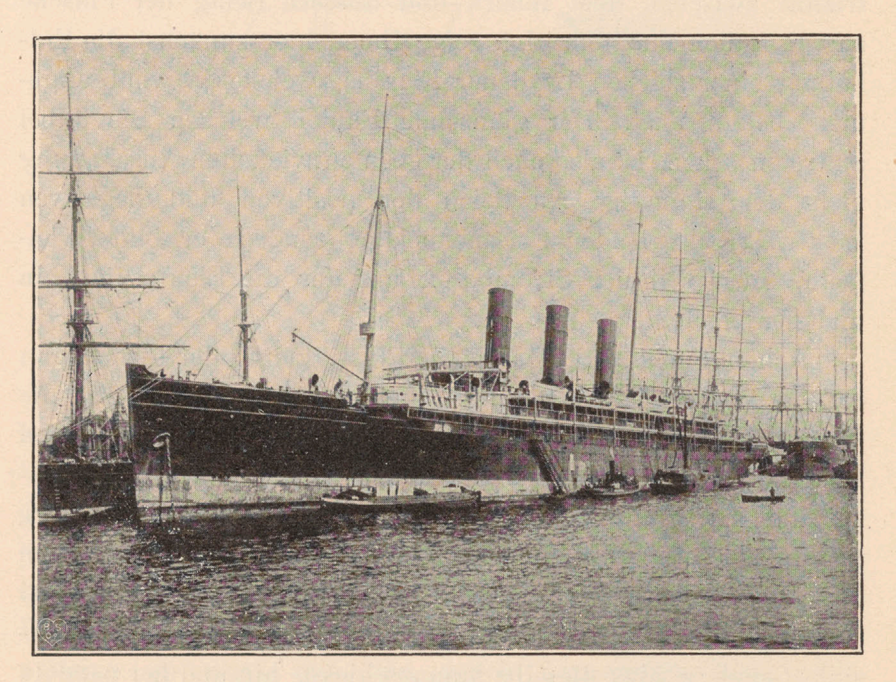


Fig. 4

$\left(W < 2\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$. Sie werden mir ohne weiteres glauben, dass man diese Grössen in einer bestimmten Masseinheit angeben kann. Man bildet also den eben erwähnten Ausdruck und erhält so einen bestimmten Wert für den Widerstand in Ohm ausgedrückt. Dieser Widerstandswert bildet also die Grenze, unterhalb welcher überhaupt nur Oszillationen möglich sind. Was die Bedeutung dieser beiden Grössen angeht, so werden Sie dieselben ebenfalls leicht verstehen. C nennen wir die

elektrische „Capacität“ und definieren sie etwa als das Fassungsvermögen dieser Leydener Flasche für Elektrizität bei einer bestimmten Spannung analog wie das Fassungsvermögen einer gewöhnlichen Flasche für eine Flüssigkeit bei einem bestimmten Druck. Die andere Grösse L ist die für elektrische Schwingungen eigentlich charakteristische Grösse; sie hängt ab von der Form des Leiters d. h. von der Bahn, auf der sich die Elektrizität bewegt. Mit einem recht nichtssagenden Ausdruck bezeichnen wir in der Wissenschaft diese Grösse heute noch als „Selbstinduktion“; sie ist nichts anders als eine Massgrösse für die Trägheitswirkung des Ihnen geschilderten rotatorischen Magnetfeldes. Sie alle haben schon die Trägheit der Materie an sich selbst erfahren, wenn Sie sich in einem dahineilenden Wagen befanden, dessen Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung plötzlich verändert wurde. Es fällt da unserm Körper gar nicht ein, diese Änderungen à tempo mitzumachen und die Insassen des Wagens fliegen meist recht unsanft durcheinander. Eine solche Trägheit, ein solches Beharrungsvermögen zeigt auch die Elektrizität; ja, wir Physiker sehen heute den Sachverhalt in einem gewissen umgekehrten Sinne an, wir sind heute vollständig überzeugt, dass die altbekannte und doch so rätselhafte Trägheit der Massen eine elektromagnetische Erscheinung ist wie die sogenannte Selbstinduktion.

Aus der Theorie ergibt sich nun noch eine weitere wichtige Beziehung, mit der ich Sie inkommodieren muss, damit Sie erkennen, wie man in der drahtlosen Telegraphie die Schwingungsdauer respektive Wellenlänge feststellt.

Es ist nämlich die Schwingungsdauer (T) proportional dem geometrischen Mittel aus dem Produkt von L und C.

$$T = 2\pi \sqrt{L\ C}; \ \pi = 3{,}14159 \ldots\ldots\ldots$$

Kennt man also diese beiden Konstanten, und man kann sie sowohl rechnerisch als experimentell sehr genau ermitteln, so erhält man den Wert für die Schwingungsdauer, welchen man

nun nur noch mit dem Wert der grossen Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu multiplizieren braucht (wie ich es vorher auseinandersetzte), um die Wellenlänge zu kennen. Beispielsweise ergäbe sich die Schwingungsdauer zu ein milliontel Sekunde, dann beträgt die Wellenlänge 300 Meter. Das ist so eine der in der drahtlosen Telegraphie gebräuchlichsten Wellenlängen. Sie erkennen also, dass die auf den ersten Blick etwas geheimnisvoll anmutende Manipulation, die Länge der unsichtbaren Wellen zu ermitteln, in Wirklichkeit nichts weniger wie Hexerei ist.

Die Schwingungen eines Leydener Flaschenkreises kann man auf verschiedene Weise konstatieren.

Eine einfache Methode für den Physiker besteht darin, den zeitlichen Verlauf der Spannungen während der Entladungen zu verfolgen. Ich habe vor Jahren hier an der Universität viele solcher Aufnahmen gemacht und zwar mittels des sogenannten Helmholtz-Pendels, respektive eines verbesserten Modells, welches nach den Angaben meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Kleiner, hergestellt war. Auf einer horizontalen Geraden (Fig. 5) sind kleine Zeitteilchen markiert, wie sie durch das Helmholtz-Pendel messend verfolgt werden, während auf Senk-

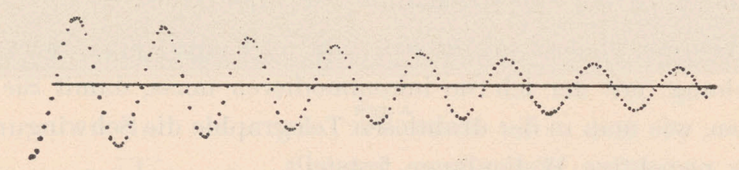


Fig. 5.

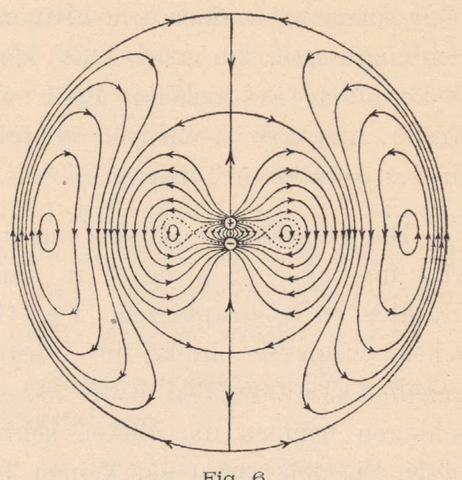
rechten die zugehörigen Spannungen aufgetragen sind. Sie erkennen den oszillierenden Verlauf derselben. Hier will ich gleich auf etwas aufmerksam machen. Es kann nämlich die Ruhelage erst nach einer grösseren Anzahl von Schwingungen erreicht werden, wie es schon bei dieser Aufnahme der Fall war,

oder schon nach einer sehr kleinen Anzahl oft von nur 1 bis 2 Schwingungen. Im ersten Falle sprechen wir von einer schwach gedämpften, im letzteren Falle von einer stark gedämpften Welle, und das ist ein sehr wichtiger Punkt für den Praktiker in der drahtlosen Telegraphie.

Die oszillatorische Entladung eines Leydener Flaschenkreises gibt uns aber noch nicht so ohne weiteres die Möglichkeit, drahtlos zu telegraphieren. Den Grund werden Sie leicht einsehen, wenn Sie einmal die Wirkung einer lose in der Hand gehaltenen Stimmgabel etwas näher ins Auge fassen; beim Anschlagen nehmen die Zinken sehr viel Energie auf; trotzdem hören Sie dort unten gar keinen Ton, und selbst ich muss die Gabel sehr nahe ans Ohr bringen, um nur einen äusserst schwachen Ton wahrzunehmen. Es liegt dies daran, dass die Zinken in jedem Moment gegeneinander schwingen, weshalb eine Wirkung nach aussen aufgehoben wird. Analog verhält es sich mit dem elektrischen Schwingungskreis. Für jeden Punkt desselben gibt es einen symmetrisch gelegenen Punkt, durch den die gleiche Elektrizitätsmenge zu gleicher Zeit nach entgegengesetzter Richtung fliesst. Eine Wirkung nach aussen kann also auch hier nicht vorhanden sein.

Die Energie muss aber an die Umgebung abgegeben werden wenn wir sie an entfernten Stellen im Raume zur Wirkung bringen wollen, und gerade das leisten die spezifischen Anordnungen von Hertz, die ich Ihnen nunmehr skizzieren werde. Die Sekundärpole eines in bekannter Weise betätigten Induktoriums verbindet man mit einem Draht, der durch eine Funkenstrecke unterbrochen ist. An beiden Seiten kann man zur Vergrösserung der Capazität des Systems metallische Platten anhängen, doch ist dies nicht unbedingt erforderlich. Sobald der Entladungsfunke in der Funkenstrecke auftritt, wallt wieder die Elektrizität in der beschriebenen Weise hin und her. Was nun aber während des zeitlichen Verlaufs des Schwingungsphänomens hier geschieht, das zeigt Ihnen die folgende Pro-

jektion. (Fig. 6.) Sie sehen dort die beiden Kugeln der Funkenstrecke, welche durch die Elektrizitätsquelle entgegengesetztes Vorzeichen haben. Es bilden sich die Ihnen früher angedeuteten elektrischen Spannungskurven, welche sich immer weiter ausbreiten. Jetzt wird plötzlich die Elektrizitätsquelle für einen Moment abgeschaltet.


Fig. 6

Was geschieht? Das elektrische Feld in direkter Nähe der Kugeln verschwindet, nicht so aber die Feldlinien, welche sich schon ziemlich weit vom Leiter entfernt haben. Der Ihnen geschilderte elektromagnetische Mechanismus des Äthers ist in Betrieb und kann nicht einfach überall wie durch einen Ruck zum Stillstand gebracht werden. Die am weitesten entfernten Feldlinien breiten sich deshalb weiter aus, und sie können dies nur so tun, dass sie sich als geschlossene Spannungskurven abschnüren. Die ursprüngliche Energie wird so vermindert um die Energie der abgeschnürten Teile, und diese ist nichts anderes als die Energie der Strahlung, die mit Lichtgeschwindigkeit den Raum durchsetzt. Denken Sie sich den Vorgang gleichzeitig nach allen Richtungen stattfindend und Sie gelangen zu der Vorstellung, dass die elektrischen Druckspannungen sich in Kugelschalen d. h. nach allen Seiten gleichförmig ausbreiten.

Marconis Anordnungen waren nun schliesslich die folgenden: Ein Draht wurde hoch in die Luft geführt (Luftdraht oder Antenne) und unten mit dem einen Pol einer Funkenstrecke verbunden, deren anderer Pol in Verbindung mit der Erde gebracht wurde. Das System wird wieder geladen von den Sekundärpolen eines Induktors aus. Eine vergleichende Be-

trachtung lässt Sie nun ohne weiteres erkennen, dass diese Marconische Anordnung vollständig identisch ist mit einem

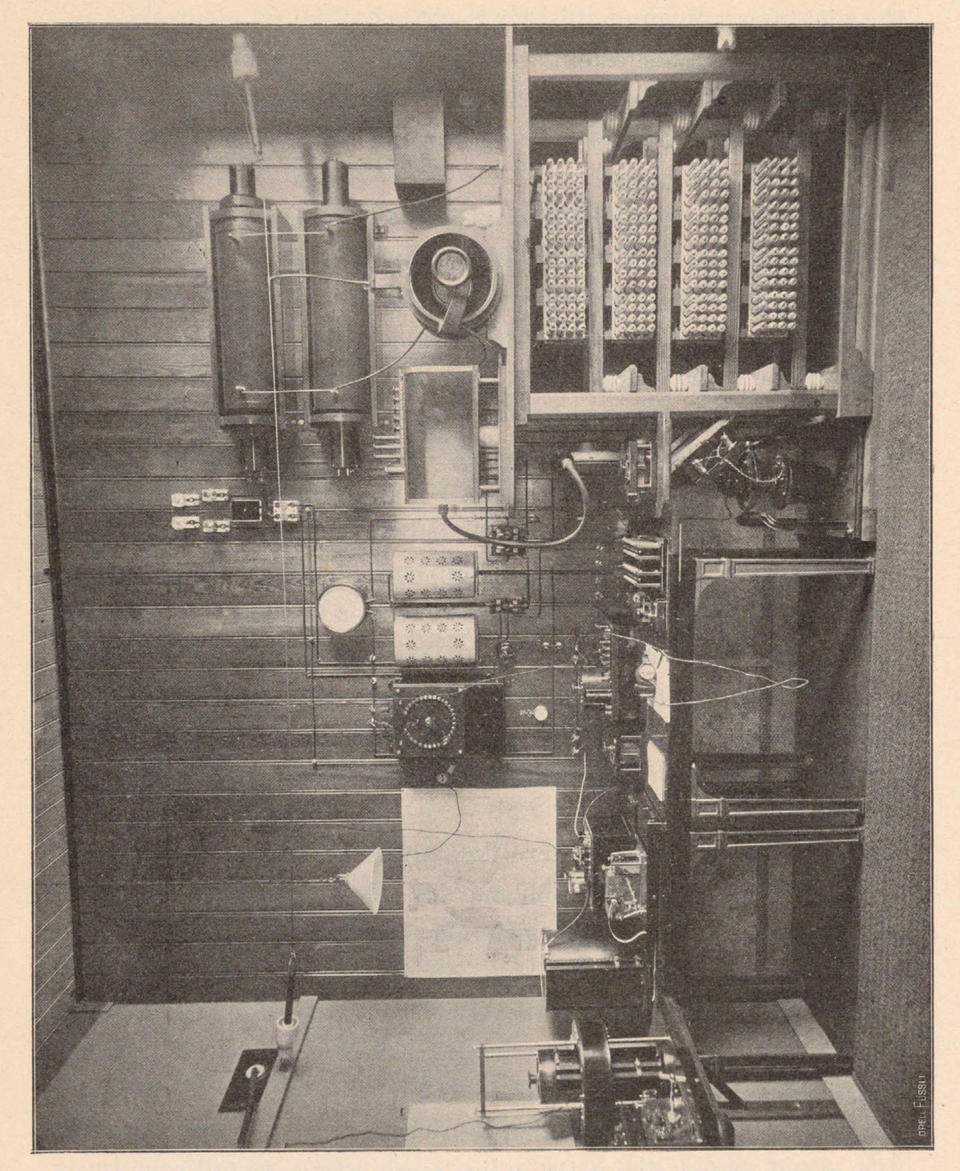


Fig. 7

senkrecht gestellten Hertzschen Oszillator, dessen eine Hälfte durch den Luftdraht, dessen andere Hälfte durch die Erdver-

bindung ersetzt ist. Marconi selbst hatte zwar andere irrtümliche Vorstellungen darüber, und diese haben lange Zeit die Entwicklung gehemmt, bis der Sachverhalt durch deutsche Professoren wieder klargestellt wurde. Der eigentliche Grund aber, weshalb Marconi mit seinem Sender nicht über etwa 25—30 km. telegraphieren konnte, ergibt sich aus einer einfachen Betrachtung der Energieverhältnisse.

Die zu entwickelnde Energie hängt ab von zwei Faktoren, nämlich von der Capazität und der Spannung. Die elektrische Capazität eines solchen einfachen Drahtes ist sehr gering, und es sind uns auch zur Vergrösserung derselben sowohl aus theoretischen wie praktischen Gründen enge Grenzen gezogen. Was die Spannung angeht, so wächst solche allerdings mit grösser werdenden Funkenstrecken; allein gleichzeitig wächst auch deren Widerstand, der aber bekanntlich möglichst niedrig gehalten werden soll. Also auch mit diesem zweiten Energiefaktor können wir nicht nach Belieben operieren. Hieraus ergibt sich, dass in einem solchen einfachen Marconi-Sender nur wenig Energie vorhanden ist, und dieses Wenige wird sofort ausgestrahlt. Wir haben es hier mit energieschwachen und stark gedämpften Schwingungen zu tun, quasi mit schwachen kurzen elektrischen Tonstössen, die nicht in grosse Entfernungen dringen können.

Ehe ich über die weitere Ausbildung des Senders spreche, will ich Ihnen auch ein Schema der ursprünglichen Empfangsanordnungen Marconis projizieren. Da ist zunächst der wesentlichste Bestandteil, der Kohärer. Zwischen zwei Metallelektroden befindet sich in einem kleinen Zwischenraum das Metallpulver. Das Ganze ist in ein isolierendes Röhrchen aus Glas oder Ebonit eingeschlossen und liegt (mit den Elektroden metallisch angeschlossen) in einem schwachen elektrischen Stromkreis. Obwohl also anscheinend eine vollständig geschlossene metallische Bahn vorhanden ist, fliesst dennoch kein Strom. Es liegt dies daran, dass fein zerteiltes Metall stets an der Oberfläche oxydiert ist,

und das Oxyd unterbricht den Strom. Wird nun aber das Metallpulver elektrisch bestrahlt (es genügt z. B. wenn ich in der Nähe des Kohärers einen elektrischen Funken errege), so geht eine Veränderung vor. Die Metallteilchen geraten in einen bessern metallischen Zusammenhang, wahrscheinlich durch mikroskopisch kleine Fünkchen, die zwischen ihnen übergehen, es bildet sich gewissermassen eine metallische Brücke, und der Strom fliesst. Dadurch betätigt sich nun in der üblichen Weise, wie bei der gewöhnlichen Telegraphie, ein Relais, welches einen stärkeren Stromkreis anschliesst, und in diesem liegt ein Morse-Schreiber. Wird also der Kohärer erregt, so beginnt der Morse zu schreiben, aber er hört auch nicht wieder auf zu schreiben, d. h. es erscheint auf dem Morsepapierstreifen ein kontinuierlicher Strich. Hiermit ist uns aber nicht gedient, vielmehr soll der Kohärer resp. der Morse immer wieder neue Impulse und diese in ihrer zeitlichen Dauer registrieren. Um dies zu erreichen, ist parallel zum Morse ein Klopfer geschaltet, d. h. eine Vorrichtung wie bei jeder elektrischen Klingel. Dieser Klopfer wird mit dem Morse gleichzeitig erregt und erschüttert sanft den Kohärer. Die Metallteilchen des letzteren fallen auseinander, die Brücke ist zerstört und so der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt, in welchem der Kohärer für neue Bestrahlung empfänglich ist. Jetzt haben wir folgenden Vorgang: Für einen kurzen elektrischen Impuls erhalten wir auf dem Morse einen Punkt, für eine längere anhaltende Bestrahlung eine zusammenhängende Reihe von Punkten d. h. einen Strich. So können wir also auch drahtlos nach dem Morsealphabet telegraphieren, welches ja bekanntlich ein Kombinationssystem aus Punkten und Strichen ist.

Noch ein Wort über die Empfindlichkeit des Kohärers. Der Kohärer ist häufig als das elektrische Auge bezeichnet worden. Das darf man jedoch nur in übertragenem Sinne auffassen, denn seine Funktion und diejenige unseres Sehorgans haben nicht das mindeste miteinander zu tun. Und was die

Empfindlichkeit angeht, so übertrifft diejenige des Kohärers noch solche unserer allerdelikatesten Galvanometer; im Vergleich dazu ist unser Auge ein ganz grober Apparat.

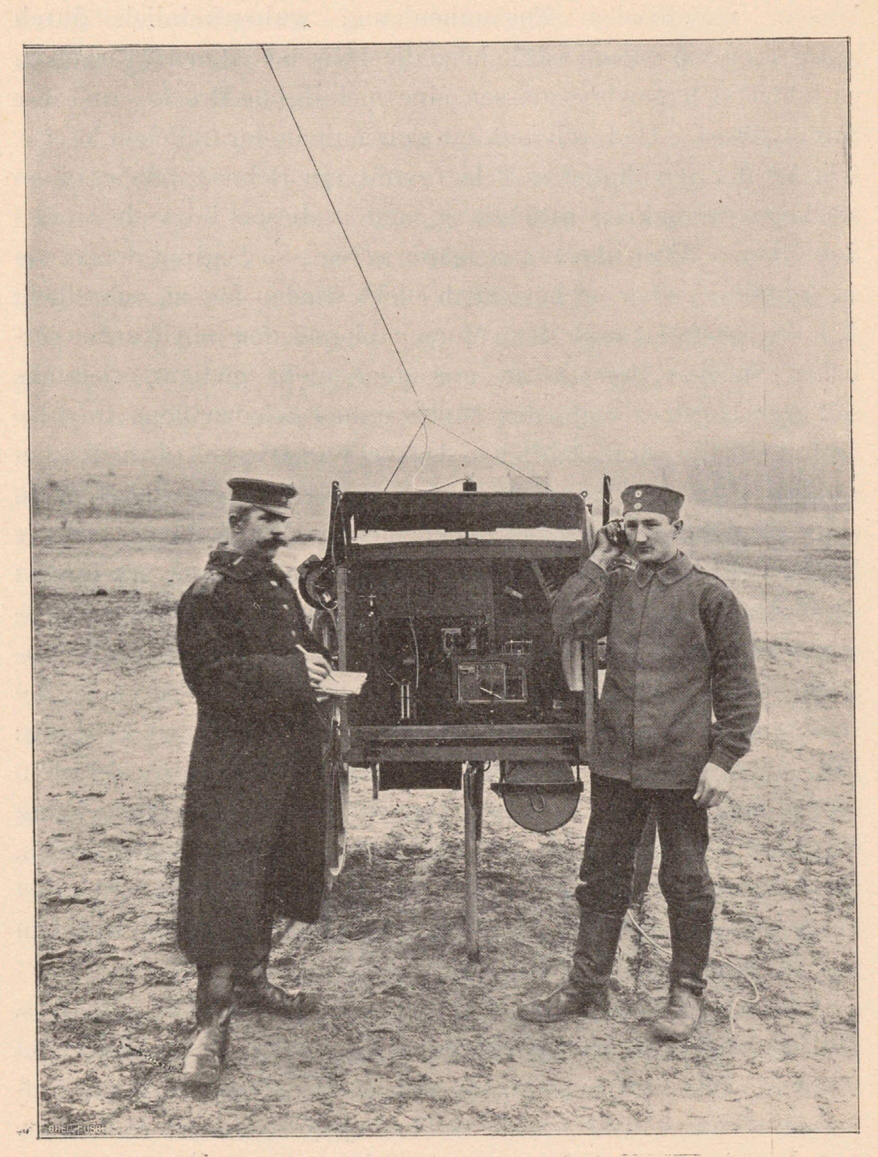


Fig. 8

Es erübrigt noch zu bemerken, dass der Kohärer mit seinem einen Pol mit dem Luftdraht, mit dem andern Pol mit der Erde verbunden wurde.

Kehren wir nunmehr zum Sender zurück. Als ich Ihnen vorhin das Experiment mit der lose gehaltenen Stimmgabel zeigte, haben ohne Zweifel manche unter Ihnen den Gedanken gehabt, ja warum setzt man denn nicht einfach die Stimmgabel auf einen Resonanzboden? Die Betreffenden würden in der Tat die moderne drahtlose Telegraphie im Prinzip erfunden haben, und es erscheint auch alles sehr leicht, wenn man nachher den Entwicklungsgang überschaut. Aber meistens gibt es vorher, wenn die Einsicht noch nicht allgemein gereift ist, nur einen einzigen, der den Augenblick ergreift, und das ist der rechte Mann. Dieser rechte Mann war eben Professor Braun. Er sagte sich: Wir haben ja in dem geschlossenen Kreis einer Leydener Flasche oder eines Systems von Leydener Flaschen die beste Möglichkeit, lang anhaltende Schwingungen zu erzeugen und grosse Energiemengen wie in einem Energiereservoir aufzuspeichern. Damit die Energie auch ausgestrahlt werde, müssen wir diesen geschlossenen Kreis dann mit einem offenen Hertzschen Oszillator koppeln. Betrachten Sie noch einmal die akutischen Vorgänge. Lose in der Hand gehalten, gibt die Stimmgabel fast keinen Ton ab; sie tönt jedoch sofort, wenn ich sie auf eine beliebige Unterlage, z. B. auf einen Tisch aufsetze; allein das Maximum der Tonangabe erziele ich erst dann, wenn diese Unterlage, dieser Resonanzboden genau den gleichen Eigenton hat wie die Stimmgabel. Der Stimmgabel entspricht der geschlossene Schwingungskreis, dem Resonanzboden der Luftdraht. Damit letzterer in vollkommener Resonanz zum Schwingungskreis sei, muss er eben eine ganz bestimmte Eigenschwingung und deshalb eine ganz bestimmte Länge haben.

Selbstredend wird in diesem Falle vollkommener Resonanz die Energie am schnellsten abgegeben; aber es macht uns keine Schwierigkeit, dieselbe nach Bedarf nachzuliefern. So entstanden

Braun's gekoppelte Systeme. Braun unterschied dabei zwischen einer direkten und indirekten oder induktiven Schaltung. Im ersten Falle sind die Ansätze des offenen Systems direkt metallisch, d. h. galvanisch an den primären Kreis angeschlossen; im zweiten Falle wird das offene System induktiv erregt wie in einem Transformator. Prinzipiell existiert übrigens kein Unterschied zwischen beiden Schaltungen, und mathematisch lässt sich die eine aus der andern ableiten.

Marconi benutzt für den einen Ansatz des offenen Systems eine möglichst gute Erdverbindung. Abgesehen davon, dass dadurch ganz unnötigerweise die atmosphärischen Entladungen eingeführt werden, entspricht dies auch nicht den besten theoretischen Erfordernissen. Dieser zweite Ansatz d. h. dieses den Luftdraht gewissermassen ausbalancierende elektrische Gegengewicht muss vielmehr, wie die Theorie zeigt, eine ganz bestimmte Oberfläche haben. Wir benutzen deshalb zu dem Zwecke grosse, gegen Erde isolierte Metallflächen.

Über die Schwingungsvorgänge in diesen gekoppelten Systemen, sowie über viele andere wichtige Einzelheiten begannen jetzt erst die schwierigen Arbeiten der theoretischen Physiker, unter denen an erster Stelle Professor M. Wien (Danzig) und Professor P. Drude (Berlin) zu nennen sind.

Es würde über den Rahmen dieses populären Vortrages hinausgehen, wenn ich Ihnen darüber berichten wollte; doch will ich wenigstens auf einen wichtigen Gesichtspunkt hinweisen, der sich auf die Koppelung bezieht. Denken Sie sich zwei Pendel, die mit einem horizontal ausgespannten elastischen Draht starr verbunden sind. Da zeigt sich nun ein ganz wesentlicher Unterschied, ob die Pendel nahe beieinander sind, d. h. dass der elastische Zuhammenhang ein sehr fester ist, oder ob sie weiter von einander hängen d. h. dass der elastische Zusammenhang ein sehr loser ist. Regt man im ersteren Falle das eine Pendel zu Schwingungen an, so gerät auch fast augenblicklich das zweite Pendel in Bewegung; das ganze System

kommt schnell nach ein paar heftigen Schwingungen zur Ruhe. Ganz anders ist die Wirkung im zweiten Falle; jetzt macht das zweite Pendel zwar nur sehr schwache aber lange anhaltende Schwingungen. Die beiden Fälle repräsentieren uns die feste und die lose Kopplung. Ganz analog wie diese sympathischen Pendel verhalten sich nun auch die gekoppelten elektrischen Systeme, bei denen Sie die zwischen ihnen wirkenden Kräfte ruhig als solche elastischen Zusammenhänge ansprechen können. Macht man die Kopplung ziemlich fest, so wird die Energie des primären Kreises fast augenblicklich auf den Luftdraht übertragen und von diesem sofort ausgestrahlt. Der Effekt ist derjenige einer gewaltigen Explosion. Wir operieren da mit Leistungen bis zu Hunderten und Tausenden von Pferdekräften, so dass es gar nicht so wunderbar ist, dass wir selbst über den Ozean elektrisch hinüberdonnern. Diese Kanonenschüsse haben aber einen grossen Nachteil, sie erregen nämlich jeden beliebigen Empfänger.

Ganz anders verhält es sich bei der losen Kopplung. Jetzt wird die potentielle Energie des primären Kreises nur sukzessive, gewissermassen löffelweise auf den Luftdraht übertragen, und wir sorgen noch in besonderer Weise dafür, dass sie von ihm nur langsam ausgestrahlt wird. Jetzt erzeugen wir zwar nur einen schwachen aber lange anhaltenden Ton, und wir können ein wichtiges Problem damit lösen, nämlich das der Abstimmung. Der reine, schwache, lang hinhallende Ton erregt nur einen einzigen bestimmten Empfänger, nämlich einen solchen, der auf genau den gleichen Eigenton gestimmt ist, alle andern bleiben stumm. Ich mache Ihnen hier die zwei bekannten Versuche der akustischen und der elektrischen Resonanz, im erstern Falle zwei abgestimmte Stimmgabeln auf Resonanzböden, im zweiten Falle zwei Leydener Flaschenkreise (Lodge-Flaschen) (Fig. 9) die sich genau aufeinander abgleichen lassen.

Sie sahen, dass ich nur dem einen System mechanische, beziehungweise elektrische Energie zuführte, und trotzdem geriet

auch das neutrale zweite System in heftige Pulsationen, was sich bei der resonierenden Stimmgabel durch lautes Tönen, bei dem resonierenden Leydener Flaschenkreis durch heftige elektrische Funkenbildung zu erkennen gab. Bedingung für diese interessante Erscheinung ist der absolute Isochronismus der

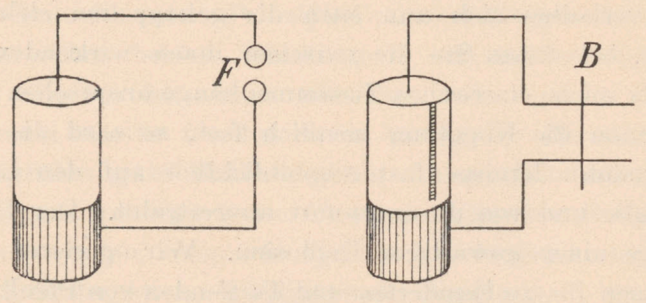


Fig. 9

Schwingungen der sich beeinflussenden Systeme. Verstimme ich nämlich nunmehr das eine gegen das andere, so sehen Sie, dass die Resonanzwirkung sowohl bei den akustischen wie bei den elektrischen Systemen ausbleibt.

Ebenso wie der Sender, so wurde natürlich auch der Empfänger entsprechend den modernen Errungenschaften umgestaltet. Auch hierüber muss ich von weiteren Beschreibungen an dieser Stelle Abstand nehmen, jedoch will ich erwähnen, dass speziell der Empfänger zu einem sehr schwach gedämpften und deshalb höchst resonanzfähigen System ausgebildet werden konnte. Gegen den hoch entwickelten Empfänger steht der Sender noch weit zurück. Der hauptsächlichste Grund dafür ist der, dass wir leider immer noch im primären Kreis des Senders die leidige Funkenstrecke nicht entbehren können, welche viel Energie konsumiert und die Schwingungen stark dämpft.

Was man trotzdem in punkto Abstimmung durch Anwendung von loser Kopplung erreichen kann, das zeige ich Ihnen nunmehr durch Vorführung der aufgestellten Modelle für drahtlose Telegraphie, welche typisch für unsere modernen Anordnungen sind (Fig. 10).

(Es wurden nun im Vortrag mit je zwei Sendern und zwei Empfängern die Ausbildung der Abstimmung und vermittels derselben die drahtlose Mehrfachtelegraphie experimentell demonstriert. Die zwei Sender gaben gleichzeitig eine Anzahl unter sich verschiedener Telegramme und jeder der beiden Empfänger klapperte ganz unbeeinflusst nur das für ihn bestimmte Telegramm herunter. Die Morsestreifen zeigten keinen einzigen falschen Punkt oder Strich; die Selektion war eine absolut vollkommene. Ich füge hinzu, dass wir heute bei den grossen Stationen gleichzeitig ohne Störung mit differenten Wellenlängen arbeiten können, die sich nur um einige Prozente der Schwingungszahl unterscheiden.)

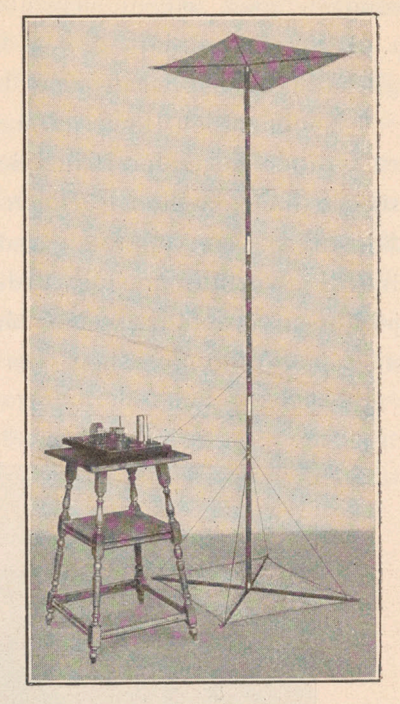


Fig. 10

Es ist klar, dass die Möglichkeit einer so scharfen Abstimmung es mit sich bringt, dass man es in der Hand hat, sich auf irgendwelche wirksame Schwingungen einzustellen d. h. dass man fremde Telegramme abfangen kann. Denn wer Ohren hat, der hört, wer Augen hat, der sieht, und wer die erforderlichen Schwingungskreise und einen Detektor für elektrische Wellen besitzt, der bringt eben diese zu seiner Wahrnehmung. Das liegt in der Wesenheit der drahtlosen Telegraphie begründet, ist aber ohne Zweifel ihr grosser Nachteil im Vergleich zur Draht- oder Kabeltelegraphie, die nur bestimmte Punkte miteinander verknüpft. Dieser Nachteil lässt sich wesentlich dadurch abschwächen, dass man nicht nach dem gewöhnlichen Morsealphabet,

sondern nach einem vereinbarten Code telegraphiert, wie es z. B. im russisch-japanischen Kriege geschah, wo die deutschen „Telefunken"-Apparate eine bedeutende Rolle gespielt haben.

Nachdem ich Ihnen nunmehr die der drahtlosen Telegraphie zu Grunde liegenden Prinzipien auseinandergesetzt und demonstriert habe, will ich Ihnen jetzt auch noch technische Ausführungen von Apparaten und Maschinen sowie einige Stationen im Bilde vorführen. (Es wurden nun eine grössere Anzahl Projektionen vorgeführt, welche eine Vorstellung gaben von der technischen Vollkommenheit der modernen Apparatur und der

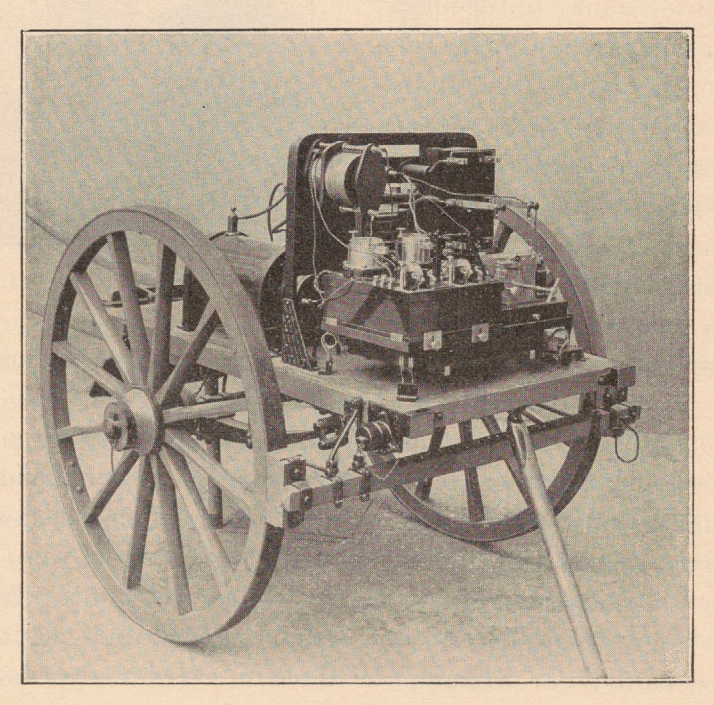


Fig. 11

Stationseinrichtungen, sowie hinwiesen auf die verschiedenen Anwendungsgebiete im Lotsendienst, bei der Schiffahrt, bei Heer und Marine. Diese Bilder und der erläuternde Text können

hier nicht sämtlich wiedergegeben werden. Nur einige wenige Photographien sollen hier als Illustration dienen.)

Ich bin am Schlusse und hoffe, dass Sie die Überzeugung gewannen, wie die Keime, welche durch die Taten von Geistesheroen gepflanzt wurden, Blüte und Frucht getrieben haben. Heutzutage spielt auf vielen praktischen Gebieten die Wissenschaft eine führende Rolle, aber auf keinem andern Gebiete war ein so geschlossenes Vorgehen von Wissenschaft und Technik erforderlich wie auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie. Auf diese Weise hat sie in der kurzen Zeit ihres Bestehens Enormes geleistet. Unermüdliche und opferfreudige Arbeit ist auf beiden Seiten erforderlich gewesen; aber die Schaffenden fühlen sich belohnt, wenn ihr Mühen wie hier nicht vergebens gewesen ist.



Heft 20. **Die Stollenförderung im Tunnelbau.** Von *F. Bergemann*, Ingenieur. (54 S.) 8⁰. Mit 3 Tafeln. Fr. 3.— M. 2.50

" 21. **Die Feuerlösch-Präparate** und ihr praktischer Nutzen. Von *M. Eberhardt*, Ingen. aus München. (32 S.) 8⁰. Mit 2 lithogr. Tafeln. 1.—

" 22. **Ventilation und Luftbefeuchtung in der Praxis.** Erfahrungen in den Spinnereien der Firma Heinrich Kunz, Zürich. (17 S.) 8⁰. Mit 2 Figuren. Fr. 1.25 M. 1.—

" 23. **Unsere heutige Anschauung über Elektrizität.** Experimentalvortrag von Dr. *G. Eichhorn.* (30 S.) 8⁰. Mit 10 Abbildungen. 1.—

" 24. **Die moderne drahtlose Telegraphie.** Demonstrationsvortrag von Dr. *G. Eichhorn.* (27 S.) 8⁰. Mit 11 Abbildungen. 1.—

Korrespondenz und Registratur

in

Technischen Betrieben

Praktische Winke u. Ratschläge



für die Organisation und die Behandlung des technischen Schriftverkehrs, unter besonderer Berücksichtigung der technischen Registratur.



Herausgegeben von

Jakob Wallauer

Technischer Korrespondent bei der A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden.

2 Fr. **VI, 118 Seiten, 8⁰ Format** **2 Mk.**

Das Buch soll vor allem in der kaufmännisch-technischen Literatur eine Lücke ausfüllen, die sich schon längst empfindlich bemerkbar machte.

Die Korrespondenz und die Registratur sind für den technischen Geschäftsbetrieb von so bedeutender Wichtigkeit, dass auf eingehendes Studium und weitgehende Erfahrungen basierte Organisationsvorschläge hierfür willkommen sein dürften. Die vorliegende Abhandlung bringt sie, indem darin nach kurzen Bemerkungen über die Gliederung der technischen Bureaux der successive Verlauf der Korrespondenzerledigung geschildert ist, vom Eingang der Briefe an bis zur letzten Aufbewahrung derselben im Archiv.

Dabei ist eine Menge praktischer, teils ganz neuer Hilfsmittel und Verfahren für die Ausfertigung und äussere Form der verschiedensten Schriftstücke gegeben und ein Registratursystem entwickelt, das grösste Übersicht und rasche Auffindbarkeit von Schriftstücken verspricht.

Die verschiedenen Kapitel sind möglichst detailliert gehalten und richten sich auch speziell an Studierende technischer Schulen oder jüngere Techniker, indem sie Aufschluss geben über Vieles, was der mit Korrespondenz betraute Techniker oder künftige Acquisitions- und Montagebeamte in erster Linie von der Organisation wissen muss.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

ART. INSTITUT ORELL FÜSSLI, Abteilung Verlag, in ZÜRICH.

ALBERT GREMAUD, Ingénieur

Graphische Tafeln

zur

Bestimmung der Dimensionen

von

Wasserleitungen

und

Kanälen.

10 Tafeln in Mappe.

10 Mk.

Diese logarithmischen Tafeln, welche mit grösster Genauigkeit berechnet und konstruiert sind, haben den Zweck, die Bestimmung von Wasserleitungen und Kanälen zu erleichtern und zu vereinfachen. Sie werden nicht nur Fachleuten, sondern auch **allen Ingenieuren, Bauleitern, Aufsehern und Unternehmern,** die mit solchen Voranschlägen und Projekten zu tun haben, sehr willkommen sein.

Abaques Logarithmiques

pour

Déterminer Rapidement toutes les dimensions

des

Conduites d'eau

et de

Canalisation.

10 planches dans un portefeuille.

12 frs.

Ces tables logarithmiques établies avec la plus grande exactitude sont destinées à simplifier et faciliter les études des projets de canalisations et de conduites d'eau. Elles rendront de très grands services **à tous les ingénieurs, conducteurs de travaux et entrepreneurs.** Les bureaux de constructions de travaux publics et d'édilités sont constamment appelés, soit à projeter, soit à construire des canaux de ce genre.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen. — En vente dans les Libra